

Optimering af fremløbstemperatur giver store besparelser på Fyn

Samtidig med økonomiske besparelser mindsker Fjernvarme Fyn A/S CO₂-udslippet ved at optimere fremløbstemperaturen.



OPTIMERING

Af direktør Per Rimmen, Fjernvarme Fyn A/S, og civilingeniør Svend Strunge, NIRAS A/S

Baggrund

Fjernvarme Fyn har i mange år gået foran vedrørende optimering af energien og reduktion af varmetab til omgivelserne. Det er sket gennem en løbende renovering af nettet, udnyttelse af overskudsvarme samt en målrettet indsats mod at få nettet optimeret til det aktuelle forbrug. Også tiltag hos forbrugerne har medvirket til en reduktion af energibehovet. Sidstnævnte indsats fortsætter ikke mindst i kraft af Energistyrelsens bekendtgørelse nr. 1105, som indebærer, at Fjernvarme Fyn skal medvirke til energibesparelser hos forbrugerne på yderligere 18.500.000 kWh om året frem til år 2013.

Parallelt med disse nye besparelser, har Fjernvarme Fyn sat sig for at gennemføre yderligere besparelser på netsiden – dette skal ske gennem en optimering af fremløbstemperaturen, så varmetabet reduceres mest muligt uden påvirkning af forbrugerne.

Ved at sikre at temperaturen i nettet er præcis, hvad der er behov for og ikke mere, nedsættes energitabet betragteligt. Et særligt optimeringsmodul anvendes til at opnå disse besparelser – TERMIS Temperatur Optimator.

Teknologien, som det seneste halve års tid er blevet testet på et repræsentativt område af nettet – bydelen Korup - har vist sig at fungere meget tilfredsstillende.

Af figur 1 fremgår, at i snit kan fremløbstemperaturen reduceres med knap 9° C, hvilket svarer til en årlig besparelse i Korup på 265.000 kroner.

For Fjernvarme Fyn som helhed

viser afprøvningen, at der kan opnås besparelser svarende til ca. 6,5 mio. kr. pr. år.

Denne artikel gennemgår, hvorledes Fjernvarme Fyn kan opnå disse besparelser, og den kan forhåbentlig inspi-



Ebbe Jørgensen, ansvarlig for projektering hos Fjernvarme Fyn, står ved shunten på Korup centralen hvor det varme vand fra transmissionsledningen blandes med koldt returvand.

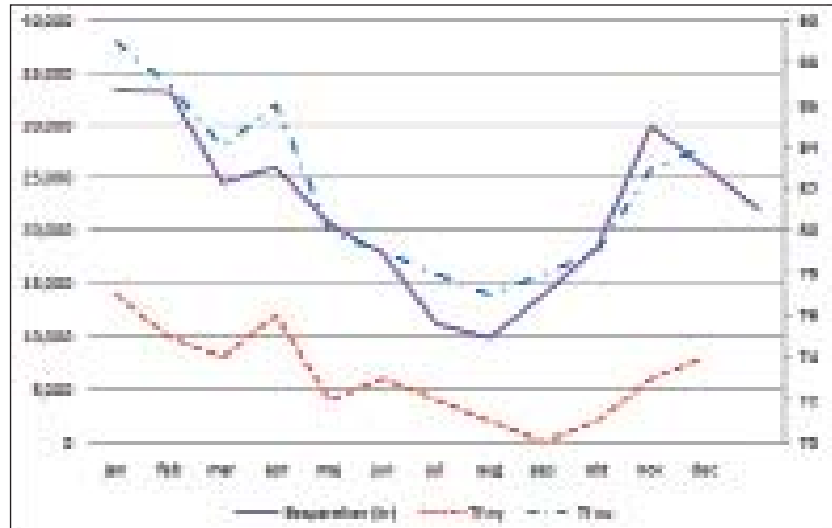
rere andre fjernvarmeforsyninger til at gennemføre en analyse af deres potentielle besparelser ved at anvende denne teknologi.

Fjernvarme Fyn i tal

Fjernvarme Fyn har godt 55.000 målere og en tilslutningsværdi på 2.500 MW. Kanallængden er godt 1.600 km. Temperaturniveauet er på fremløbet 90° C vinter og 78° C sommer, de tilsvarende værdier på returløbet er 40° C og 42° C. Yderligere oplysninger kan findes på www.fjernvarmefyn.dk.

Værktøj til optimering af fremløbstemperaturen

Værktøjet til optimering af fremløbstemperaturen er en overbygning til fjernvarmeberegningsprogrammet TERMIS fra Seven Technologies – og ligesom med TERMIS har Fjernvarme Fyn medfinansieret udviklingen af dette modul. TERMIS er en matematisk model af ledningsnettet, hvorved man kan simulere tryk, flow og temperaturer. TERMIS er koblet op til SRO anlægget – IGSS32 – og beregner løbende tilstanden i nettet, samt hvad der vil ske i de nærmeste 24 timer. Via en vejrprognose beregnes det fremtidige energiforbrug – og med temperaturoptimeringsmodulet bestemmes den lavest mulige fremløbstemperatur for hver time 24 timer frem. Værdierne sendes af TERMIS tilbage til SRO systemet og anvendes som styrepunkter for fremløbstemperaturen. For at sikre, at forbrugerne ikke



Figur 1 Sammenhæng mellem reduceret fremløbstemperatur og besparelser måned for måned (venstre akse er DKK, højre akse er temperatur)

påvirkes negativt af denne optimering, indlægges minimum fremløbstemperaturer i kritiske punkter, som optimeringen ikke må give anledning til overskrides. Hele systemet kører automatisk og senere også i "closed loop" – men for at komme dertil er der en række ting, som først skal på plads.

TERMIS model af nettet

Forudsætningen for at kunne gennemføre disse besparelser er, at modellen afspejler virkeligheden bedst muligt. Er modellen for grov, vil optimeringen kunne give anledning til negative påvirkninger af forbrugerne – er modellen for fin, stilles der unødvendige kapacitets- og performancekrav

til computere med øgede omkostninger til følge.

Fjernvarme Fyn arbejder med forskellige detaljeringsgrader af deres TERMIS modeller. Til projektering anvendes såkaldte 100% modeller, hvor alle ledninger og stik er med. Til driftsstøtte, hvor modellen er opkoblet til SRO, medtages alle ledninger fra dimension 20 og opefter. Til optimering af fremløbstemperaturen anvendes der yderligere forsimplede modeller – typisk fra dimension 50 og opefter – dog detaljeret omkring kritiske forbrugere.

Modellerne vedligeholdes automatisk ved at koble modeller op mod GIS / ledningsregistrering og FAS. Fjernvarme Fyn anvender OKFDOK, som er udviklet til Fjernvarme Fyn, som har direkte kobling til de øvrige tekniske og administrative systemer i forvaltningen.

Den meget detaljerede model kalibreres op mod SRO så tryk, flow og temperaturer stemmer overens med det målte. Disse informationer anvendes til at sikre, at de mindre detaljerede modeller giver samme resultater for den del af nettet, de omfatter. Afkølingen hos forbrugerne hentes via fjernaflæsningssystemet, som indsamler data fra repræsentative forbrugstyper i nettet.

Alle tre type modeller kører konstant på basis af SRO data.

	Tf nu	Tf reduktion	Tf ny	Besparelser (kr)
jan	89	12	77	33,395
feb	87	12	75	33,269
mar	84	10	74	24,565
apr	86	10	76	26,080
maj	80	8	72	20,743
jun	79	6	73	17,858
jul	78	6	72	11,187
aug	77	6	71	9,858
sep	78	8	70	13,947
okt	79	8	71	18,421
nov	83	10	73	30,026
dec	84	10	74	26,239
gns	82.0	8.8	73.2	22,132
Sum kr.				265,590

Figur 2 Besparelser for Korup

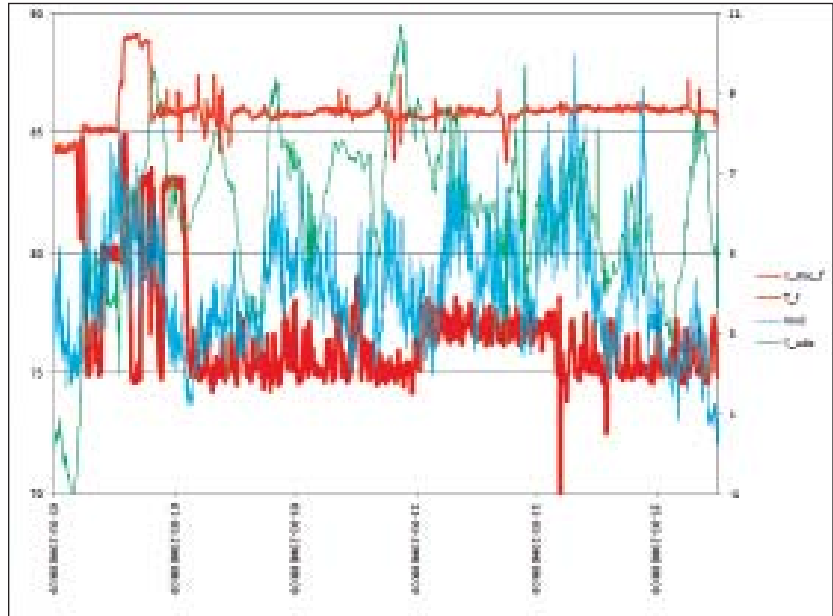
(Fortsættes næste side)

(Fortsat fra forrige side)

Projekteringsmodellen kører på foregående døgn data og står klar kl. 7 om morgenen. Dermed sikres, at al projektering sker på en opdateret og kalibreret model – der er ikke behov for antagelser eller forudsætninger så vidt angår den nuværende situation.

Driftsstøttemodellen kører hver time og ser 24 timer frem med input fra forbrugsprognosen. Der er indlagt advarsler og alarmer til supplement for dem, der findes i SRO på målepunkterne. Herved får driften et komplet overblik over situationen her og nu samt i timerne fremover – og mulighed for at gribe ind, før et problem giver anledning til en negativ påvirkning af forbrugerne.

Temperaturoptimeringsmodellen kører hver time og beregner den optimale fremløbstemperatur for de næste 24 timer.



Figur 3 Fremløbstemperatur før og efter reduktion.

Bestemmelse af besparelserne i Korup

Baseret på SRO og fjernaflæsningsdata haves kendskab til alle relevante

data. Der er udarbejdet gennemsnitsdata for 12 måneder, så besparelserne kan bestemmes for hele året og ikke blot for testperioden. Den gennem-

snitlige afkøling hos forbrugerne ligger på 37° C.

Fjernvarmeprognozen for de næste døgn bestemmes af TERMIS ud fra meteorologiske data leveret af DMI.

Data overføres til modellen via internettet hver 4. time og omregnes til energibehov vedr. opvarmning, varmt vand og ventilation.

I perioden, hvor optimeringsprogrammet har været testet på anlægget, har den resulterende fremløbstemperatur ligget mellem 6° og 12° C lavere end den aktuelle fremløbstemperatur.

På baggrund af den optimerede fremløbstemperatur blandes fremløbsvandet med returvand til den temperatur, optimeringen er kommet frem til. Figur 3 viser data fra starten af marts 2008. T_{mix_f} er den optimerede fremløbstemperatur. T_f er fremløbstemperaturen før blandingen med returvand. Derudover vises også udetemperatur og vindhastigheder for samme periode. Det fremgår, at den optimerede fremløbstemperatur ligger ca. 10° C lavere end temperaturen i transmissionsledningen frem til området. I starten af perioden sker der en indkøring, og efter 7. marts om morgenen er optimatoren tunet ind. Der pågår p.t. justeringer for at få en mere glat styrekurve end den viste. Det skal fremhæves, at der ikke er kommet klager fra forbrugere i perioden.

I figur 4 til højre er selve optimeringsmodellen vist – de gule labels er kritiske knuder, hvor en minimumstemperatur på 60° C skal overholdes i optimeringen. Herudover viser plottet temperaturen i de enkelte ledninger samt et tidsserieplot med temperaturer 24 timer frem. Endelig er der også et profilplot med temperaturen ad den kritiske vej gennem nettet.

I fasen med bestemmelse af de mulige besparelser indsættes den optimerede fremløbstemperatur i en kontrolmodel, som er mere detaljeret (dimension 20 og opefter). Kontrolmodellen anvendes til at sikre, at den optimerede fremløbstemperatur ikke giver anledning til negative

påvirkninger af forbrugerne – og til at beregne besparelsen i energi i forhold til den "normale" fremløbstemperatur. Kontrolmodellen er sat op for hver måned og kalibreret mod SRO data.

En lavere fremløbstemperatur giver anledning til en lavere afkøling hos forbrugerne hvilket der er taget højde for i analysen. En lavere fremløbstemperatur giver også anledning til et større flow for at afsætte samme energi. Det større flow giver anledning til et større tryktab i nettet og dermed krav til mere energi fra pumperne.

Ved at sænke fremløbstemperaturen har man derfor en gevinst på den ene side – lavere energitab til omgivelserne – og en omkostning på den anden side – øgede pumpeomkostninger fra hovedpumper samt omkostninger fra blandepumper.

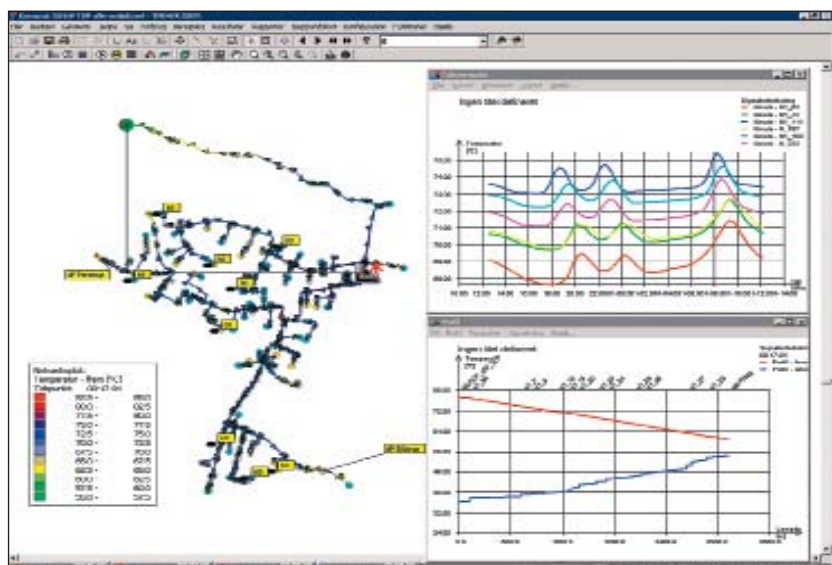
På baggrund af de hydrauliske og termiske beregninger kan en økonomisk analyse gennemføres idet enhedspriser for køb af energi er opgivet til kr. 69 pr. GJ (kr. 0.24 pr. kWh) og køb af el er opgivet til kr. 0.72 pr. kWh.

Årsagen til at der er færre besparelser at hente om sommeren end om vinteren, er, at man allerede kører med lavere fremløbstemperatur om sommeren. Hertil kommer, at reduceres fremløbstemperaturen "for meget", vil omløbs-flowet blive dominerende på omkostningssiden. De mulige besparelser kan omregnes til årsbasis ud

fra hensyntagen til, hvilken fremløbstemperatur der er mulig i de forskellige måneder. For at få et billede af, hvor de kritiske forbrugere sidder i relation til for lav fremløbstemperatur, undersøges det, hvor mange forbrugere (knuder) som påvirkes af en reduceret fremløbstemperatur. Her viser det sig igen, at det er sommermånederne, som sætter begrænsninger. Man har således i dag 60 knuder med en temperatur under 55° C i juli måned (55° C ved forbruger svarer til 60° C ude i vejen). På tilsvarende vis analyseres antallet af kritiske knuder for de øvrige måneder. Beregningerne er baseret på månedsmiddelværdier samt faktiske måneder (via SRO). I det omfang disse måneder ikke måtte være repræsentative for normalåret, vil det naturligvis påvirke resultatet. Analysen viser, at en række omløb er overflødige og kan sløjfes. Suppleres der med yderligere 12 stk. termostattyrede omløb, vil man kunne holde antallet af knuder over 55° C ved en 6° C reduktion på samme niveau som ved en 2° C reduktion med de nuværende omløb.

Tilsvarende kan vintersituationen undersøges for en yderligere reduktion af fremløbstemperaturen. I perioder med relativt højt forbrug sker der kun en beskedent stigning i antallet af knuder under 60° C. Indlægges

(Fortsættes næste side)



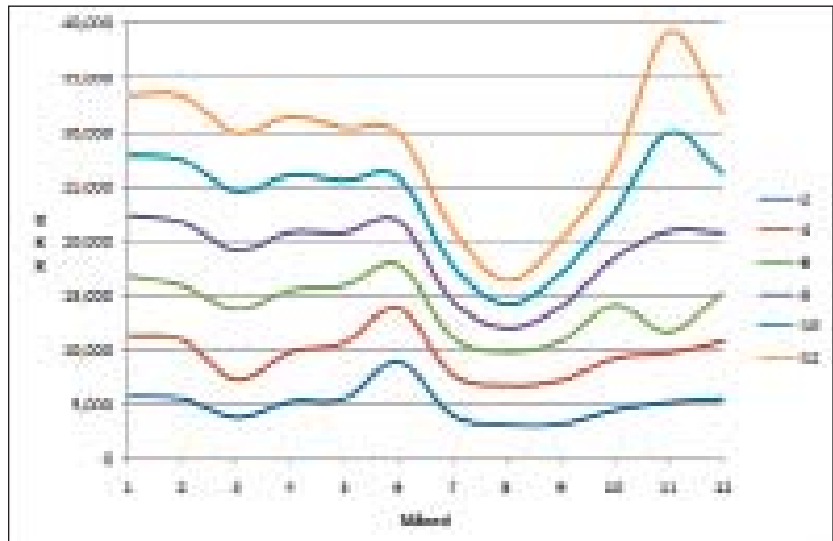
Figur 4 Optimeringsmodellen

(Fortsat fra forrige side)

der nye termostatstyrede omløb i de kritiske punkter bestemt ud fra juliana-lysen, viser beregninger, at i snit kan temperaturen sænkes knap 10° C – og at variationen i fremløbstemperaturen over året dermed er betydeligt mindre end tidligere. Med udgangspunkt i en årlig besparelse på ca. kr. 265.000 på Korup vil den samlede årlige besparelse for hele Fjernvarme Fyn udgøre ca. 6,5 mio. kr.

Konklusion

På trods af, at Fjernvarme Fyn allerede har og løbende gennemfører en optimering af nettet, er der fortsat mulighed for at spare energi og reducere CO₂-udslippet. Aftestningen på Korup området af optimering af fremløbstemperaturen med TERMIS Temperatur Optimator har vist, at det fortsat er muligt at gennemføre betragtelige besparelser ved målrettet anvendelse af IT.



Figur 5 Besparelser ved forskellige fremløbstemperaturer.

Pay-back på Korup er vurderet til ca. 1 år, når omkostninger til ombygninger, ny pumpe, styring samt analysearbejdet medtages på udgiftssiden.

Fjernvarme Fyn er nu gået i gang med at implementere teknologien på

resten af nettet i en prioriteret rækkefølge baseret på at starte med "de lavest hængende frugter".

ptri@odense.dk
strunge@niras.dk